

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ ЗАМАЧИВАНИЯ НА ПРОСАДОЧНОСТЬ ЛЁССОВЫХ ГРУНТОВ

Также установлено, что величина общей деформации грунта возрастает по мере увеличения температуры воды, это хорошо видно на рисунке 3 по взаимному расположению диаграмм.

Выводы:

1) Подтверждено предположение о влиянии температуры воды замачивания на протекание процесса просадки. Отмечено, что величина просадки и общей деформации грунта при возрастании температуры воды замачивания увеличивается.

2) Максимальная скорость протекания просадки зафиксирована в первые 20-30 минут после начала замачивания, затем процесс просадки либо прекращается, либо стабилизируется.

3) Зафиксировано уменьшение величины модуля общей деформации при возрастании температуры замачивания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 12248-2010. Грунты. Методы лабораторного определения характеристик прочности и

деформируемости. – М. : Стандартинформ, 2011. – 79 с.

2. ГОСТ 23161-2012. Грунты. Метод лабораторного определения характеристик просадочности. – М. : Стандартинформ, 2013. – 19 с.

3. Вяткина, Е. И. Изучение влияния замачивания водой разной температуры и химического состава на просадочность лёссовых грунтов / Е. И. Вяткина, Я. О. Жданова, С. В. Клименко // Ползуновский альманах. – 2016. – № 3 – С. 55-59.

4. Крутов, В. И. Основания и фундаменты на просадочных грунтах / В. И. Крутов. – Киев : Будивельник, 1982. – 224 с.

5. Трофимов, В. Т. Генезис просадочности лёссовых пород [Электронный ресурс] / В. Т. Трофимов. – Электрон. текстовые данные. – М. : Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, 1999. – 272 с.

Вяткина Е.И. – к.г.-м.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И.Ползунова, E-mail: el240943@mail.ru.

Жданова Я.О. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им.И.И.Ползунова, E-mail: stf-ofigig@mail.ru.

УДК 624.131

ОБЗОР И АНАЛИЗ МЕРОПРИЯТИЙ, НАЦЕЛЕННЫХ НА ПРЕДОХРАНЕНИЕ ФУНДАМЕНТОВ ОТ НЕГАТИВНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ СИЛ МОРОЗНОГО ПУЧЕНИЯ

М. Н. Казанцева, Б. М. Черепанов

Алтайский государственный технический университет
им. И.И. Ползунова, г. Барнаул

Данная статья посвящена актуальной для нашего региона проблеме строительства зданий на пучинистых грунтах. Целью исследования является изучение процесса морозного пучения, а также имеющихся на сегодняшний день методов борьбы с этим процессом.

Ключевые слова: морозное пучение, степень пучинистости, водонасыщенный грунт, силы пучения.

Большую часть территории нашей страны, в том числе и нашего региона, занимают пучинистые грунты. Не секрет, что построенные здания имеют большое количество деформаций и трещин, часто возникающих в результате влияния сил морозного пучения. Часто эта проблема заключается не в самих грунтах, а в недостатке знаний по этой теме, которые помогли бы искоренить или смягчить ее. Именно поэтому детальное изучение этой темы особенно актуально для нашего региона.

На сегодняшний день разработано и проверено на практике множество различных методов борьбы с морозным пучением грунтов. Главным остается – выбрать наиболее подходящий вариант под конкретные условия строительства. Если это условие будет грамотно выполнено, то здание прослужит без разрушения и деформаций в течение многих лет. Под морозным пучением грунтов подразумевается их свойство при определенном сочетании гидротермических условий в пределах сезонного промерзания увеличиваться

в объеме под действием сил кристаллизации льда при фазовых превращениях, содержащейся в грунте дополнительно воды к кристаллам льда. Внешнее проявление этого свойства грунтов заключается в неравномерном поднятии дневной поверхности за счет образования ледяных включений.

К пучинистым грунтам относятся глинистые грунты, пески пылеватые и мелкие, а также крупнообломочные грунты с глинистым заполнителем, имеющие к началу промерзания влажность выше определенного уровня. В холодное время года влага в таком грунте замерзает и расширяется так же, как это происходит с водой в промерзшей трубе.

Силы, возникающие во время этого процесса, настолько велики, что могут двигать дома. В зависимости от характера воздействия они классифицируются на две группы: вертикальные нагрузки, передающиеся на опорную подошву фундамента и касательные, которые передаются на боковые стенки фундамента от соприкасающейся почвы (рисунок 1). Поэтому при строительстве на пучинистых грунтах необходимо принимать меры против пучинистости или ослаблять давление, возникающее при этом явлении.

Степень морозной пучинистости зависит, в том числе, от размера минеральных частиц грунта. Чем меньше частицы, тем больше пространство между ними, вбирающее в себя влагу. Точно значение пучинистости определяется комплексными измерениями. В зависимости от этого значения определяется степень пучинистости грунта: слабая, средняя, сильная. Размер сдвига здания зависит также от глубины промерзания грунта на местности,

длительности морозов и толщины снежного покрова, предохраняющего почву от промерзания. Кроме всего прочего, грунт с разных сторон здания замерзает и оттаивает по-разному. С южной стороны почва весной оттаивает быстрее. Это значит, что на разные части фундамента будут действовать разные силы пучения, что приведет, в конечном счете, к трещинам в стенах, как изображено на рисунке 2, и может привести к разрыву фундамента здания.

В зависимости от гранулометрического состава, природной влажности, глубины залегания уровня грунтовых вод и расчетной глубины промерзания грунты подразделяются на пять разновидностей: чрезмерно пучинистые, сильнопучинистые, среднепучинистые, слабопучинистые и непучинистые. Пылеватые супеси, суглинки и пылеватые глины пластичной консистенции при расположении уровня грунтовых вод в слое сезонного промерзания или ниже нормативной глубины промерзания относятся к наиболее морозоопасным сильнопучинистым грунтам.

К среднепучинистым относятся пески пылеватые, супеси, суглинки и глины с природной влажностью, превышающей показатель текучести, равный 0,5, при стоянии уровня грунтовых вод, превышающем нормативную глубину промерзания.

К группе слабопучинистых грунтов относятся пески мелкие и пылеватые, супеси, суглинки и глины тугопластичной консистенции, а также крупнообломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем при стоянии уровня грунтовых вод, превышающем нормативную глубину промерзания.

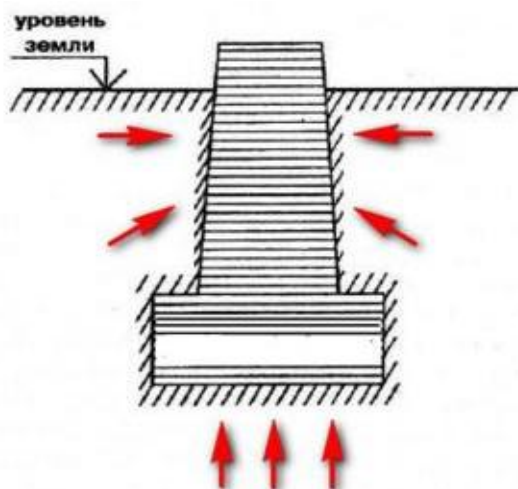


Рисунок 1 – Направления воздействия сил пучения на фундамент



Рисунок 2 – Образование трещин в фундаменте в результате действия пучинистых сил

Таблица 1 – Степень пучинистости грунта

Степень пучинистости грунта	Относительная деформация морозного пучения образца грунта
Непучинистый	$\varepsilon_{th} < 0,01$
Слабопучинистый	$0,01 \leq \varepsilon_{th} < 0,04$
Среднепучинистый	$0,04 \leq \varepsilon_{th} < 0,07$
Сильнопучинистый	$0,07 \leq \varepsilon_{th} < 0,10$
Чрезмерно пучинистый	$0,10 \leq \varepsilon_{th}$

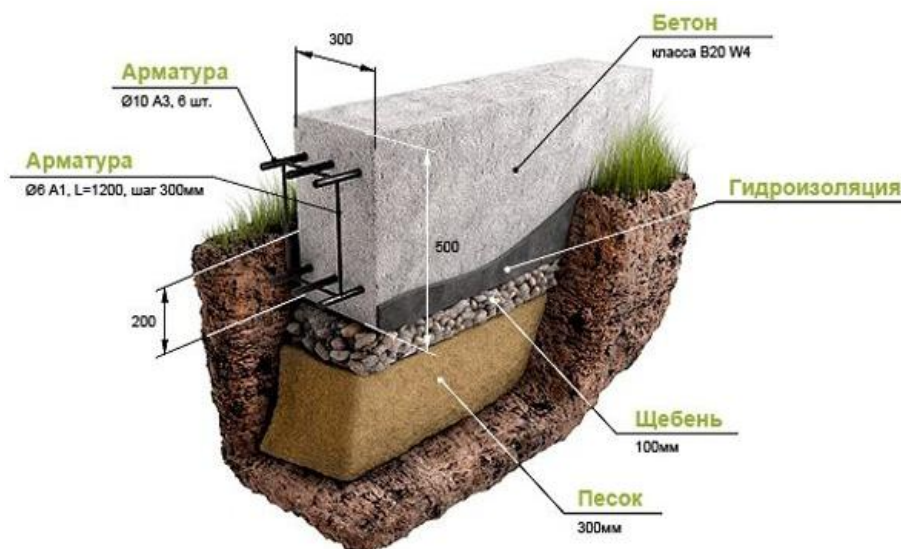


Рисунок 3 – Замена пучинистого грунта

К практически непучинистым относятся: крупнообломочные грунты с пылевато-глинистым заполнителем, пески мелкие и пылеватые и все виды глинистых грунтов твердой консистенции с природной влажностью в период промерзания меньшей, чем влажность на границе раскатывания при уровне грунтовых вод ниже нормативной глубины промерзания.

При определении степени морозной пучинистости грунтов следует в основном ориентироваться на их природную влажность и положение уровня стояния грунтовой воды на период, соответствующий началу промерзания грунта. Степень пучинистости грунта в зависимости от относительной деформации морозного пучения ε_{th} приведена в таблице 1.

Факторы, влияющие на силу пучинистости: глубина залегания первого водоносного слоя; глубина промерзания грунта в зимний период, характерная для региона; гранулометрический состав грунта. В настоящее время в строительной практике применяют немало методов для снижения пучинистости, которые положительно зарекомендовали се-

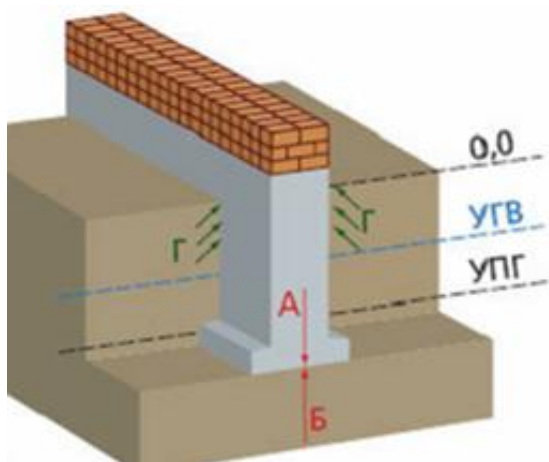
бя. В этой статье приведем наиболее значимые из них.

• **Полная замена грунта в месте строительства**

Заключается в том, что расположенный на строительной площадке грунт полностью заменяют на непучинистый (чаще всего крупный песок). Пример применения данного метода изображен на рисунке 3. Этот метод радикально решает проблему негативного влияния сил морозного пучения, однако приводит к повышенным затратам на строительство ввиду большого объема требуемых для выполнения земляных работ.

• **Расположение подошвы фундамента ниже отметки промерзания грунта**

Это наиболее распространенный метод. В этом случае необходимо запроектировать фундамент с заглублением его ниже уровня промерзания (рисунок 4). В результате на стены фундамента будут действовать только касательные силы морозного пучения, а основные, вертикальные, будут нейтрализованы, так как опора здания будет находиться в непучинистом грунте.



А – давление фундамента на грунт; Б – сопротивление грунта; Г – касательные боковые силы; УГВ – уровень грунтовых вод; УПГ – уровень промерзания грунта

Рисунок 4 – Фундамент, заложенный ниже уровня промерзания грунта

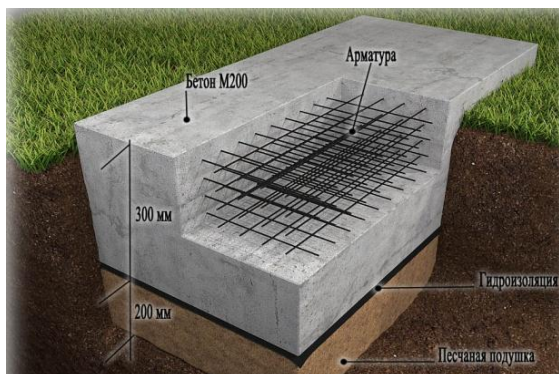


Рисунок 5 – Утяжеление фундаментной части здания

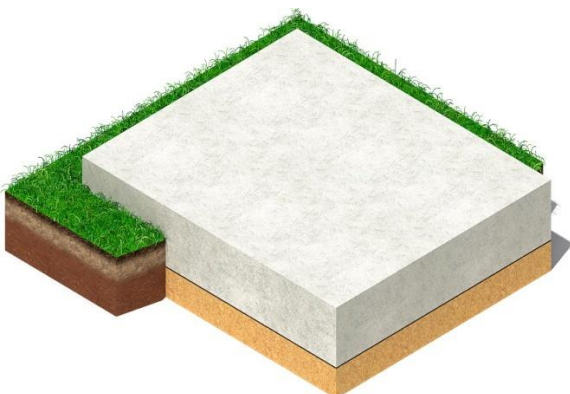


Рисунок 6 – Плитный фундамент под здание

- **Отопление здания круглый год (для вечномёрзлых грунтов)**

Температура в районе фундамента под отапливаемым зданием примерно на 20% выше, чем под неотапливаемым. Поэтому, грунт под домом с круглогодичным отоплением промерзает будет значительно меньше и действие пучинистых сил будет слабым.

- **Общее утяжеление постройки**

Силы морозного пучения могут приподнять здание с небольшой массой. Но, если здание будет тяжелым, то такие силы не смогут существенно повлиять на его положение. Таким образом, чем больше масса здания, тем успешнее оно может противостоять действию сил морозного пучения. Но необходимо помнить, что строительство тяжелых, громоздких зданий (рисунок 5) ведет к большим экономическим и временным затратам не только на его постройку, но и на дальнейшее обслуживание во время эксплуатации.

- **Строительство плитного фундамента под здание или сооружение**

Плитным фундаментом является единая монолитная железобетонная плита, являющаяся опорой для всех остальных элементов здания (рисунок 6). Само же здание в таком случае является с фундаментом единой конструкцией. Благодаря такому варианту фундамента частое изменение высоты подъема здания не приводит к его разрушению либо образованию трещин.

- **Дренаж грунта**

Суть метода заключается в снижении содержания воды в грунте путем ее отвода от фундамента, в результате чего снижаются пучинистые способности грунта. Для осуществления этого метода устраивают дренажный колодец, предназначенный для сбора отведенной от здания воды. Вокруг дома устраивается дренажная система: роется траншея с трубами, которые соединяются с колодцем.

- **Использование скользящих материалов**

Такой метод рассчитан на защиту от касательных сил морозного пучения. Внешнюю сторону стен фундамента обкладывают гидроизоляционными материалами, которые имеют скользкую поверхность, например, рубероид. Тогда соседствующий со стенами грунт не будет иметь возможности «зацепиться» за такую стену и будет проскальзывать, чем снизит боковое давление на фундамент и здание в целом.

- **Утепление фундамента**

Если фундамент хорошо утеплен, то температура в месте расположения фундамента будет выше обычной и в этом случае глубина промерзания фундамента уменьшается или грунт под зданием не промерзает вовсе. Значит, пучинистые силы будут минимизированы.

Так как же выбрать наиболее эффективный из вышеперечисленных методов для нашего региона? Предпочтение отдадим методам, отличающимся простотой технологии, с более низкими трудоемкостью и стоимостью, но при этом с повышенной эффективностью и надежностью. По этим критериям удалось выделить три метода, достоинства и недостатки которых приведем ниже:

1. Замена пучинистого грунта в основании фундамента является методом эффективным, но по экономическим соображениям не целесообразным, т.к. связан с большим объемом земляных работ.

2. Метод расположения подошвы фундамента ниже уровня промерзания грунта широко применяется в нашем регионе. Действительно, вертикальные силы морозного пучения практически перестают действовать, однако касательные силы остаются неизменными, и их действие на боковую поверхность фундамента достаточно велико. В малонагруженном фундаменте может произойти подъем здания.

3. Применение обмазок и покрытий фундаментов, предотвращающих их смерзание с грунтом, является наиболее технологичным и экономически выгодным решением, но практика показывает, что их действие является временным из-за многократного замерзания и оттаивания пучинистых грунтов, контактирующих с обмазками, в результате чего происходит быстрая потеря их свойств смазочного материала.

Проблема борьбы с морозным пучением представляет несомненный интерес и особое внимание, как для нового строительства, так и для ранее построенных зданий без надле-

жащих мер по устранению сил морозного пучения.

Значимость этой темы предполагает необходимость ее дальнейшего изучения, что будет реализовано при написании магистерской диссертации, в которую войдет опыт проведения описываемых в статье мероприятий, детальное описание технологии их выполнения, а так же предложение новых, ранее не использовавшихся в нашем регионе методов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. – М. : Стандартинформ, 2012. – 38 с.
2. Рекомендации по снижению сил примерзания грунта к строительным конструкциям физико-химическими методами. – М. : Стройиздат, 1975. – 17 с.
3. Руководство по проектированию оснований и фундаментов на пучинистых грунтах. – М. : Стройиздат, 1979. – 41 с.
4. Казанцева, М. Н. Исследование золошлаковых отходов ТЭЦ-3 г. Барнаула на морозное пучение с целью их рекуперации / М. Н. Казанцева, Б. М. Черепанов // Ползуновский альманах. – № 3. – Барнаул, 2016. – С. 73-77.
5. Кулабухова, И. А. Исследование причин пучинистости грунтов с анализом проведенных исследований / И. А. Кулабухова, Б. М. Черепанов // Ползуновский альманах. – № 3. – Барнаул, 2016. – С. 110-111.
6. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://edu.secna.ru/media/f/ofigig.pdf>.
7. [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://postroim-fundament.ru/polezno-znat/grunt/moroznoe-puchenie-grunta/>.

Казанцева М.Н. – магистрант ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: kaza1913@mail.ru

Черепанов Б. М. – к.т.н., доцент кафедры «Основания, фундаменты, инженерная геология и геодезия» ФГБОУ ВО АлтГТУ им. И.И. Ползунова, E-mail: bmcher@mail.ru.